



*Kamban*  
*078381*  
*10 R 1*

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)



## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 543 W 2/0029

<b>RESERVÉ À L'INPI</b> REMISE DES PIÈCES DATE <b>21 NOV 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0214571</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>21 NOV. 2002</b> PAR L'INPI Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> <b>104505/LA/CVAC/TPM</b>		<b>1</b> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Bernard LAMOUREUX 30 avenue Kléber 75116 PARIS	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2</b> NATURE DE LA DEMANDE Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
<b>3</b> TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF ET PROCEDE DE NETTOYAGE DES CHAMBRES DE PROCEDES ET LIGNES DE VIDE			
<b>4</b> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suit »	
<b>5</b> DEMANDEUR Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF Adresse Rue Code postal et ville Pays Nationalité N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» <b>ALCATEL</b> <b>Société Anonyme</b> <b>5 4 2 0 1 9 0 9 6</b> <b>54, rue La Boétie</b> <b>75008   PARIS</b> <b>FRANCE</b> <b>Française</b>	

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2



Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES  
DATE

LIEU 21 NOV 2002

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0214571

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

CE 540 W, 250802

Vos références pour ce dossier :

(facultatif)

104505/LA/CVAC/TPM

13

**6 MANDATAIRE**

Nom

LAMOUREUX

Prénom

Bernard

Cabinet ou Société

Compagnie Financière Alcatel

N° de pouvoir permanent et/ou  
de lien contractuel

PG 9222

Adresse

Rue

30 Avenue Kléber

Code postal et ville

75116 PARIS

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**7 INVENTEUR (S)**

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée

**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat  
ou établissement différé☒☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui☒ Non**9 RÉDUCTION DU TAUX  
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,  
indiquez le nombre de pages jointes
**10 SIGNATURE**  
~~XXXXXXXXXX~~  
**XX DU MANDATAIRE**  
 (Nom et qualité du signataire)

Bernard LAMOUREUX / LC 40 B

**VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI**
  
MME BLANCANEUX

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

## DISPOSITIF ET PROCEDE DE NETTOYAGE DES CHAMBRES DE PROCEDES ET LIGNES DE VIDE

L'invention présentée dans ce document concerne le  
5 nettoyage des chambres de procédés et lignes de vide dans les  
installations de fabrication de composants à semi-conducteur et de  
composants de microtechnique.

La fabrication de composants à semi-conducteur et de  
composants de microtechnique est habituellement réalisée sous vide  
10 dans une chambre de procédés. Cette fabrication comprend de  
nombreuses étapes, notamment des étapes de dépôt chimique sous  
forme de vapeur (CVD), dans lesquelles un ou plusieurs corps gazeux  
réagissent sur une surface solide pour produire un dépôt en phase  
solide. On peut ainsi déposer sur un substrat de semi-conducteur  
15 diverses couches solides, par exemple pour réaliser des circuits  
électriques. Toutefois, les dépôts solides se produisent non  
seulement sur le substrat de semi-conducteur, mais également sur  
toute la paroi de la chambre de procédés, et sur la paroi de la  
ligne de vide qui génère et maintient le vide dans la chambre de  
20 procédés.

Une même chambre de procédés est utilisée successivement  
pour la fabrication de plusieurs lots de composants, par dépôts  
successifs sur des lots de tranches de semi-conducteur. Or le dépôt  
solide appliqué sur la paroi de la chambre de procédés lors de la  
25 procédure de fabrication d'un lot de composants est susceptible de  
contaminer les tranches de semi-conducteur d'un autre lot qui est  
ultérieurement introduit dans la chambre pour une seconde procédure  
de traitement. Il est donc nécessaire de conserver la pureté de la  
chambre de procédés, pour éviter ces contaminations d'une procédure  
30 à l'autre. On procède à un nettoyage des chambres de procédés entre  
deux procédures de fabrication successives.

Par exemple, dans le procédé de dépôt chimique à haute  
densité (HDPCVD) il se produit un dépôt solide d'oxyde de silicium  
( $\text{SiO}_2$ ), que l'on enlève en utilisant le trifluorure d'azote ( $\text{NF}_3$ )  
35 qui est un gaz hautement réactif. Les molécules de  $\text{NF}_3$  sont  
dissociées par le plasma pour produire des molécules  $\text{F}_2$  et des  
atomes excités de fluor atomique F. Les atomes de fluor réagissent

avec l'oxyde de silicium pour produire du tétrafluorure de silicium ( $\text{SiF}_4$ ) et d'autres molécules gazeuses. Ces gaz sont pompés hors de la chambre de procédés par la ligne de vide. Actuellement, une procédure de dépôt HDPCVD dure plusieurs minutes pour créer une  
5 couche de 7 500 Å d'oxyde de silicium sur une tranche de silicium. L'étape de nettoyage entre deux procédures de dépôt prend à nouveau plusieurs minutes pour enlever la couche indésirable d'oxyde de silicium sur la paroi de la chambre de procédés. On ajuste la période de nettoyage, afin qu'elle soit juste suffisante pour  
10 enlever la couche de silicium de la paroi de la chambre de procédés sans attaquer sensiblement le métal de la paroi de chambre de procédés.

L'ajustement de la durée de la période de nettoyage s'effectue actuellement par tâtonnements, de façon à déterminer  
15 expérimentalement à l'issue de plusieurs essais la durée approximative convenant au procédé utilisé. Un ajustement doit être effectué pour chaque type de procédé utilisé. La méthode est fastidieuse, et ne permet pas de compenser rapidement et efficacement les variantes, adaptations ou dérives éventuelles des  
20 procédés.

Le problème est de déterminer de façon rapide, efficace et fiable le temps nécessaire pour nettoyer la chambre de procédés de façon suffisante et sans excès. Une durée de nettoyage sous-évaluée ne permet pas d'enlever complètement la couche d'oxyde de silicium  
25 sur la paroi de chambre de procédés. A l'inverse, une durée de nettoyage surévaluée provoque la réaction des atomes de fluor avec le métal de la paroi de chambre de procédés elle-même.

En outre, le gaz de nettoyage  $\text{NF}_3$  est un gaz onéreux, dont il y a intérêt à minimiser la quantité utilisée. Un cycle de  
30 nettoyage utilise environ 3,5 litres de  $\text{NF}_3$ , et ce gaz coûte environ 400 € par kilogramme. Une cassette contient 25 tranches de silicium, et on utilise une bouteille de 22 kg de  $\text{NF}_3$  pour nettoyer la chambre pendant la fabrication de 84 cassettes. Cela correspond à un coût d'environ 100 € par cassette pour le nettoyage. Ce coût  
35 n'est pas négligeable, et il y a un intérêt à réduire ce coût.

En outre, le gaz de nettoyage NF est un gaz biologiquement nuisible, de sorte qu'il y a un intérêt écologique à réduire la quantité utilisée, pour éviter de dégrader l'environnement.

L'invention vise à contrôler le nettoyage des chambres de  
5 procédés et lignes de vide, pour assurer un nettoyage juste  
suffisant des chambres de procédés et lignes de vide, évitant ainsi  
à la fois une insuffisance de nettoyage et un excès de nettoyage.  
On assure ainsi une bonne qualité des procédés de traitement dans  
la chambre de procédés, tout en minimisant les quantités de gaz de  
10 nettoyage utilisées. Le contrôle doit être à la fois rapide,  
efficace et fiable, de façon à permettre une adaptation à tous  
types de procédés, et à assurer une grande flexibilité des  
procédés.

Grâce à un tel contrôle de nettoyage, on peut à la fois  
15 dépenser moins de gaz de nettoyage, et éviter la dégradation des  
parois de chambres de procédés et lignes de vide.

On peut également automatiser le nettoyage, en évitant  
d'avoir recours à l'expérience des utilisateurs compétents pour le  
choix d'une durée satisfaisante de nettoyage.

20 L'idée essentielle de l'invention est de concevoir un  
dispositif permettant de déterminer l'état de propreté d'une  
chambre de procédés ou ligne de vide, le dispositif étant ainsi  
utilisé pour commander la poursuite de l'étape de nettoyage tant  
que la chambre de procédés ou la ligne de vide n'est pas  
25 suffisamment nettoyée, et pour interrompre l'étape de nettoyage dès  
que la chambre de procédés ou la ligne de vide est suffisamment  
nettoyée.

Pour cela, un capteur vient tester la nature de la couche  
de surface d'un échantillon de surface intérieure de paroi de la  
30 chambre de procédés ou ligne de vide, pour détecter la présence ou  
l'absence d'atomes d'une couche de dépôt.

Pour atteindre ces buts ainsi que d'autres, l'invention  
prévoit un dispositif de contrôle de nettoyage des chambres de  
procédés et lignes de vide, comprenant une source de plasma de  
35 test, des moyens de mesure d'émission spectrale recevant le  
rayonnement lumineux du plasma de test, des moyens d'analyse des  
signaux obtenus des moyens de mesure d'émission spectrale pour

déterminer la nature des atomes présents dans le plasma de test, et des moyens pour soumettre alternativement un échantillon de surface intérieure de chambre de procédés ou de ligne de vide à contrôler, soit aux gaz régnant à l'intérieur de la chambre de procédés ou ligne de vide, soit au plasma de test de la source de plasma de test.

Le plasma de test agit sur l'échantillon de surface à tester, en prélevant les atomes de surface. Dans le plasma de test, ces atomes sont excités, et émettent des photons selon un spectre correspondant à l'énergie de transition qui est spécifique à chaque atome. En utilisant des moyens de mesure d'émission spectrale, il est ainsi possible d'identifier les atomes en analysant le spectre optique émis, et le nombre de photons émis est proportionnel au nombre d'atomes présents dans l'échantillon analysé.

Le dispositif de contrôle est relativement volumineux, et il est exclu de le placer entièrement et en permanence à l'intérieur d'une chambre de procédés pour le diriger vers l'échantillon de surface intérieure à analyser. Il faut donc prévoir une interface qui, à partir des moyens externes de mesure d'émission spectrale, assure une liaison intermittente avec l'échantillon de surface à analyser qui est nécessairement orienté vers l'intérieur de la chambre de procédés.

Un premier mode de réalisation consiste à prévoir un échantillon de surface à analyser mobile, installé dans la chambre de procédés ou ligne de vide et déplaçable entre un premier état dans lequel la surface active de l'échantillon de surface à analyser est orientée vers l'intérieur de la chambre de procédés ou ligne de vide pour être soumise aux gaz de la chambre de procédés ou ligne de vide et pour recevoir les dépôts, et un second état d'échantillonnage dans lequel la surface active de l'échantillon de surface à analyser est orientée vers l'extérieur de la chambre de procédés ou ligne de vide, face à la source de plasma de test, pour être soumise au plasma de test. En première position, l'échantillon de surface reçoit le dépôt, comme toutes les autres zones de surface intérieure de chambre de procédés ou ligne de vide. En seconde position, l'échantillon de surface est accessible pour être soumis au plasma de test.



Un second mode de réalisation consiste à prévoir une fibre optique flexible entre les moyens externes de mesure d'émission spectrale et une source de plasma de test déplaçable dans la chambre de procédés ou ligne de vide, permettant ainsi de diriger le plasma de test à des instants prédéterminés vers une zone de surface intérieure de la paroi de chambre de procédés ou de ligne de vide. La source de plasma de test prend un premier état à l'écart de l'échantillon de surface à analyser pour laisser agir sur l'échantillon de surface à analyser les gaz de la chambre de procédés ou ligne de vide, et prend un second état au regard de l'échantillon de surface à analyser pour faire agir sur l'échantillon de surface à analyser le plasma de test.

De préférence, le dispositif selon l'invention comprend des moyens de commande pour recevoir, en provenance des moyens d'analyse, les informations relatives à la nature des atomes présents dans le plasma de test, pour commander la poursuite de l'étape de nettoyage tant que les atomes présents comprennent des atomes de dépôt, et pour interrompre l'étape de nettoyage dès que les atomes présents ne comprennent plus d'atomes de dépôt.

L'invention prévoit également un procédé de nettoyage de chambres de procédés ou lignes de vide, comprenant une étape de nettoyage dans laquelle on fait agir un ou plusieurs gaz de nettoyage assurant la décomposition des dépôts sur les parois intérieures des chambres de procédés ou lignes de vide ; on prévoit une ou plusieurs étapes intermédiaires de contrôle dans lesquelles, au moyen d'un dispositif de contrôle défini ci-dessus, on recherche la présence d'atomes de dépôt sur au moins un échantillon de surface intérieure de la chambre de procédés ou ligne de vide à nettoyer.

Les étapes intermédiaires de contrôle peuvent être réalisées à des instants prédéterminés.

Les instants prédéterminés sont, de préférence, choisis au voisinage de l'instant prévisible de fin de nettoyage.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'ensemble d'une chambre de procédés et de ses moyens de contrôle, avec dispositif de contrôle de nettoyage selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- 5 - la figure 2 est une vue schématique partielle d'un premier mode de réalisation du dispositif de contrôle selon l'invention, illustré en position de nettoyage ;
- la figure 3 est une vue partielle schématique du dispositif de contrôle de la figure 2, illustré en position de test ;
- 10 - la figure 4 est une vue schématique des moyens de test et de commande selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 5 est une vue schématique partielle d'un dispositif de contrôle selon un second mode de réalisation, illustré en position de test ; et
- 15 - la figure 6 est une vue partielle du dispositif de contrôle de la figure 5, illustré en position de nettoyage.

Dans la réalisation illustrée sur la figure 1, le dispositif de contrôle est appliqué à une chambre de procédés 1 associée à une ligne de vide 2 comprenant des moyens de pompage 2a pour pomper les  
20 gaz hors de la chambre de procédés 1.

Le dispositif de contrôle comprend une source de plasma de test 3 permettant de générer un plasma de test 5. Une interface 4 permet de diriger le plasma de test 5 vers un échantillon de surface 6 intérieure de la chambre de procédés 1 ou de la ligne de vide 2 à contrôler. Des moyens de mesure d'émission spectrale 7 du  
25 plasma de test 5 permettent de mesurer l'émission spectrale du plasma de test 5.

Les signaux produits par les moyens de mesure d'émission spectrale 7 sont envoyés à des moyens d'analyse 8 permettant  
30 d'analyser les signaux obtenus pour déterminer la nature des atomes présents dans le plasma de test 5.

Des moyens de commande 9 reçoivent les signaux en provenance des moyens d'analyse 8, et permettent de commander la poursuite ou l'arrêt de l'étape de nettoyage de la chambre de procédés 1 ou de  
35 la ligne de vide 2. Pour cela, les moyens de commande 9 commandent des électrovannes 10 placées dans une canalisation d'amenée de gaz

de nettoyage 11 pour conduire des gaz de nettoyage provenant d'une source de gaz de nettoyage 12 jusque dans la chambre de procédés 1.

Selon l'invention, on prévoit des moyens pour soumettre alternativement l'échantillon de surface 6 soit aux gaz régnant à l'intérieur de la chambre de procédés 1 ou ligne de vide 2, soit au plasma de test 5 de la source de plasma de test 3 par l'intermédiaire de l'interface 4.

La source de plasma de test 3 est illustrée plus en détail selon un mode de réalisation particulier, sur les figures 2 et 3. Il peut s'agir d'un générateur de plasma.

Dans ce mode de réalisation, la source de plasma de test 3 comprend un tube de quartz étanche ayant une première extrémité 3a communiquant avec l'atmosphère intérieure de la chambre de procédés 1 ou de la ligne de vide 2 à tester, et ayant une seconde extrémité 3b borgne. Le tube est entouré d'une antenne d'excitation magnétique 13, associée à un générateur radiofréquence 14 qui l'alimente en énergie électrique radiofréquence pour générer dans le tube un plasma de test 5 (figure 3).

Un tel générateur de plasma peut fonctionner dans une plage de pressions gazeuses internes allant généralement de 100 Pa à 1000 Pa.

Les moyens de mesure d'émission spectrale 7, par exemple constitués d'un spectromètre d'émission, sont placés au regard de l'extrémité borgne 3b du tube de la source de plasma de test 3, pour recevoir à travers la paroi du tube le rayonnement lumineux 15 émis par le plasma de test 5 présent dans le tube.

Ainsi, la paroi du tube de quartz étanche est traversée par le rayonnement lumineux 15 se propageant depuis le plasma de test 5 jusqu'aux moyens de mesure d'émission spectrale 7.

On considère maintenant le premier mode de réalisation de l'interface 4 tel que décrit en relation avec les figures 2 et 3. Dans ce premier mode de réalisation, l'interface 4 permet de déplacer un échantillon de surface 6 intérieure de la chambre de procédés 1 à contrôler entre un premier état illustré sur la figure 2 et un second état illustré sur la figure 3.

Dans le premier état illustré sur la figure 2, l'échantillon de surface 6 est orienté vers l'intérieur de la chambre de procédés

1 ou de la ligne de vide 2 à contrôler, et est ainsi soumis aux gaz 16 de la chambre de procédés 1 ou de la ligne de vide 2, par exemple au gaz de nettoyage tel que  $\text{NF}_3$ . De la sorte, pendant les étapes actives du procédé, l'échantillon de surface 6 est soumis au plasma actif dans la chambre de procédés 1, lequel plasma génère un dépôt 6a sur toute la surface intérieure de la chambre de procédés 1, et en particulier sur l'échantillon de surface 6. Ensuite, pendant une étape de nettoyage de la chambre de procédés 1, l'échantillon de surface 6 est soumis à l'action des gaz de nettoyage 16 dont la présence vise à éliminer le dépôt 6a. L'objet de l'invention est précisément de détecter l'instant à partir duquel le dépôt 6a a disparu du fait de l'action des gaz de nettoyage 16.

Dans le second état, illustré sur la figure 3, l'échantillon de surface 6 est orienté vers l'extérieur de la chambre de procédés 1 ou de la ligne de vide 2, face à la source de plasma de test 3 pour être soumis au plasma de test 5. De la sorte, le plasma de test 5 décroche de l'échantillon de surface 6 les éventuels atomes du dépôt 6a, ces atomes générant des émissions spectrales qui sont contenues dans le rayonnement lumineux 15 se propageant vers les moyens de mesure d'émission spectrale 7.

Dans tous les modes de réalisation, l'échantillon de surface 6 peut avoir une taille réduite, par exemple de seulement quelques millimètres.

Dans le mode de réalisation des figures 2 et 3, l'interface 4 comprend en outre éventuellement un volet de fermeture 17, mobile entre une position de fermeture de la première extrémité 3a de la source de plasma de test 3 lors des étapes de nettoyage ou des étapes actives des procédés, et une position d'ouverture de la première extrémité 3a lors des étapes de test telles qu'illustrées sur la figure 3.

Dans le second mode de réalisation illustré sur les figures 5 et 6, la source de plasma de test 3 est elle-même déplaçable dans la chambre de procédés 1 ou la ligne de vide 2, prenant un premier état illustré sur la figure 6 et un second état illustré sur la figure 5.

Dans ce mode de réalisation, on retrouve une source de plasma de test 3, illustrée schématiquement sous forme d'un tube ayant une première extrémité 3a pour communiquer avec l'atmosphère intérieure de la chambre de procédés 1 ou ligne de vide à tester, et avec une  
5 antenne d'excitation magnétique non représentée qui est alimentée en énergie électrique radiofréquence par le générateur radiofréquence 14.

On retrouve les moyens de mesure d'émission spectrale 7, par exemple un spectromètre d'émission.

10 Dans le premier état illustré sur la figure 6, la source de plasma de test 3 est à l'écart de l'échantillon de surface 6 à analyser, qui est alors une portion de la paroi de la chambre de procédés 1 ou ligne de vide. Dans cet état, les gaz de la chambre de procédés 1 ou ligne de vide agissent sur l'échantillon de  
15 surface 6 à analyser. Par exemple, les gaz de nettoyage 16 réduisent progressivement le dépôt 6a sur l'échantillon de surface à analyser 6 pendant l'étape de nettoyage.

Dans le second état illustré sur la figure 5, la source de plasma de test 3 est à l'intérieur de la chambre de procédés 1 ou  
20 ligne de vide, au regard de l'échantillon de surface 6 à analyser, pour faire agir sur l'échantillon de surface 6 à analyser le plasma de test 5 généré par l'alimentation de l'antenne d'excitation magnétique par le générateur radiofréquence 14.

Pour permettre les déplacements de la source de plasma de  
25 test 3 entre les deux états du dispositif de contrôle, celle-ci est reliée aux moyens de mesure d'émission spectrale 7 par une fibre optique flexible 19, qui conduit le rayonnement lumineux depuis la source de plasma de test 3 jusqu'aux moyens de mesure d'émission spectrale 7. La fibre optique flexible 19 est associée à la ligne  
30 d'alimentation électrique flexible 20 qui conduit l'énergie électrique radiofréquence depuis le générateur radiofréquence 14 jusqu'à l'antenne d'excitation magnétique de la source de plasma de test 3.

Dans le premier état illustré sur la figure 6, la source de  
35 plasma de test 3 est logée dans un compartiment 21 isolé de l'action des plasmas ou gaz de nettoyage 16 à l'intérieur de la chambre de procédés 1 par le volet de fermeture 17 actionné par les

moyens d'actionnement 4b tels qu'un moteur ou un vérin. Dans le second état illustré sur la figure 5, la source de plasma de test 3 est déplacée à l'intérieur de la chambre de procédés 1 après ouverture du volet de fermeture 17 par actionnement des moyens d'actionnement 4b. Pour son déplacement, la source de plasma de test est sollicitée par des moyens de déplacement 4c tels que des vérins, simplement illustrés sur la figure 5 par des flèches.

Dans les deux modes de réalisation, des moyens d'actionnement 4a et 4b, et éventuellement des moyens de déplacement 4c, tels que des moteurs ou vérins, permettent de faire passer le dispositif de contrôle entre ses premier et second états.

Par exemple, dans le mode de réalisation des figures 2 et 3, les moyens d'actionnement comprennent un premier élément 4a, tel qu'un vérin, pour faire pivoter l'échantillon de surface 6 entre la position de premier état illustrée sur la figure 2 et la position de second état illustrée sur la figure 3, tandis qu'un second élément 4b tel qu'un second vérin permet de faire pivoter le volet de fermeture 17 entre le premier état illustré sur la figure 2 et le second état illustré sur la figure 3.

Dans le second mode de réalisation des figures 5 et 6, on retrouve le volet de fermeture 17 et son moyen d'actionnement 4b pour ouvrir ou fermer le compartiment 21 d'isolement de la source de plasma de test 3, ladite source de plasma de test 3 étant déplacée par des moyens de déplacement 4c entre ses deux états illustrés respectivement sur les figures 6 et 5.

En fonctionnement, la chambre de procédés telle qu'illustrée sur la figure 1 reçoit une ou plusieurs tranches de semi-conducteur 18. Lors des étapes actives de procédés, les tranches de semi-conducteur 18 subissent des étapes de dépôt chimique, des étapes de gravure et autres étapes dans lesquelles on fait agir des plasmas actifs générés par une source principale de plasma dans la chambre de procédés 1. Ces étapes produisent, sur toute la surface intérieure de la chambre de procédés 1 et notamment sur l'échantillon de surface 6, des dépôts solides tels que le dépôt 6a.

Pour éviter la pollution ultérieure des tranches de semi-conducteur 18 par ces dépôts susceptibles d'être à nouveau libérés

dans l'atmosphère intérieure de la chambre de procédés 1, on procède à des étapes de nettoyage au cours desquelles on fait réagir un ou plusieurs gaz de nettoyage 16, en admettant dans la chambre de procédés 1 un gaz de nettoyage provenant de la source de gaz de nettoyage 12, par l'ouverture de l'électrovanne 10 et l'écoulement du gaz de nettoyage par la canalisation d'amenée des gaz de nettoyage 11. L'ouverture de l'électrovanne 10 est assurée par les moyens de commande 9.

Le gaz de nettoyage 16 produit alors un nettoyage progressif de la surface intérieure de la chambre de procédés 1, notamment de l'échantillon de surface 6.

Tant pendant les étapes actives du procédé que pendant les étapes de nettoyage, l'interface 4 est dans son premier état dans lequel l'échantillon de surface 6 est soumis à l'action des plasmas actifs ou des plasmas de nettoyage dans la chambre de procédés 1.

On prévoit, pendant la phase de nettoyage, une ou plusieurs étapes intermédiaires de contrôle au moyen des dispositifs de contrôle tels que décrits précédemment, et on recherche la présence d'atomes de dépôt sur l'échantillon de surface 6. Pour cela, à chaque étape intermédiaire de contrôle, les moyens de commande 9 provoquent le fonctionnement des moyens d'actionnement 4a et 4b et éventuellement des moyens de déplacement 4c pour faire passer l'interface 4 de son premier état vers son second état, pour que l'échantillon de surface 6 soit soumis à l'action du plasma de test 5.

Par exemple, sur les figures 2 et 3, les moyens d'actionnement 4a et 4b font pivoter l'échantillon de surface 6 vers la source de plasma de test 3, et font pivoter le volet de fermeture 17 à l'écart de la source de plasma de test 3. Sur les figures 5 et 6, les moyens de déplacement 4c déplacent la source de plasma de test 3 de son premier état illustré sur la figure 6 vers son second état illustré sur la figure 5 et les moyens d'actionnement 4b font pivoter le volet de fermeture 17.

Ensuite, au cours de l'étape intermédiaire de contrôle, les moyens de commande 9 provoquent le fonctionnement du générateur radiofréquence 14 qui excite les gaz à l'intérieur du tube de la source de plasma de test 3 pour générer le plasma de test 5. Le

plasma de test 5 agit alors sur le dépôt 6a de l'échantillon de surface 6, libérant des atomes qui sont alors excités et produisent un rayonnement lumineux 15 perçu par les moyens de mesure d'émission spectrale 7. Les moyens de mesure d'émission spectrale 7 envoient alors des signaux aux moyens d'analyse 8 qui déterminent la nature des atomes présents dans le plasma de test et communiquent cette information aux moyens de commande 9.

Si les signaux indiquent la présence d'atomes de dépôt, les moyens de commande 9 poursuivent l'étape de nettoyage, après avoir agi sur les moyens d'actionnement 4a et 4b pour ramener l'interface 4 dans son premier état et pour soumettre ainsi l'échantillon de surface 6 à l'action des gaz de nettoyage 16, pendant une durée déterminée à l'issue de laquelle on recommence une étape intermédiaire de contrôle dans les mêmes conditions que ci-dessus.

Si, lors d'une étape intermédiaire de contrôle, les moyens de commande 9 reçoivent l'information selon laquelle il n'y a plus d'atomes de dépôt, alors les moyens de commande 9 actionnent l'électrovanne 10 pour interrompre l'admission des gaz de nettoyage et mettre fin à l'étape de nettoyage. Les moyens de commande ramènent ensuite l'interface 4 dans son premier état, afin que la chambre de procédés 1 soit remise dans son état de fonctionnement pour les étapes actives des procédés.

Lors des étapes intermédiaires de contrôle, il est également possible de détecter que la quantité d'atomes de dépôt devient inférieure à un seuil prédéterminé, indiquant que le nettoyage est bientôt terminé. Dans ce cas, les moyens de commande 9 peuvent simplement poursuivre l'étape de nettoyage pendant une durée prédéterminée, estimée pour que le nettoyage soit suffisant et soit alors interrompu.

La figure 4 illustre le schéma général des organes d'actionnement du dispositif des figures 1 à 3 et 5 et 6.

On retrouve ainsi les moyens de mesure d'émission spectrale 7, tels qu'un spectromètre d'émission, qui envoient leurs signaux de sortie aux moyens d'analyse 8 qui déterminent la nature des atomes présents dans le plasma de test 5. Les moyens d'analyse envoient leurs signaux aux moyens de commande 9 qui agissent d'une part sur l'électrovanne 10 pour poursuivre ou interrompre l'étape



de nettoyage, et qui agissent sur les moyens d'actionnement ou de déplacement 4a (et/ou 4b et/ou 4c) pour modifier l'état du dispositif de contrôle dans la chambre de procédés 1. Les moyens de commande 9 agissent également sur le générateur radiofréquence 14  
5 pour alimenter l'antenne d'excitation magnétique 13 qui excite les atomes de gaz dans la source de plasma de test 3 pour générer le plasma de test 5.

Grâce à l'invention, on peut contrôler efficacement le nettoyage des chambres de procédés et lignes de vide, en assurant  
10 de préférence un nettoyage suffisant mais non excessif, quel que soit le procédé ayant précédemment généré le dépôt à nettoyer, et quel que soit le procédé de nettoyage.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut  
15 les diverses variantes et généralisations qui sont à la portée de l'homme du métier.

25

3

1

25

22

REVENDEICATIONS

1 - Dispositif de contrôle de nettoyage des chambres de procédés (1) et lignes de vide (2), comprenant une source de plasma de test (3), des moyens de mesure d'émission spectrale (7) recevant le rayonnement lumineux du plasma de test (5), des moyens d'analyse (8) des signaux obtenus des moyens de mesure d'émission spectrale (7) pour déterminer la nature des atomes présents dans le plasma de test (5), et des moyens (4) pour soumettre alternativement un échantillon de surface (6) intérieure de chambre de procédés ou ligne de vide (2) à contrôler soit au gaz régnant à l'intérieur de la chambre de procédés (1) ou ligne de vide (2), soit au plasma de test (5) de la source de plasma de test (3).

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'échantillon de surface (6) à analyser est mobile, prenant un premier état orienté vers l'intérieur de la chambre de procédés (1) ou ligne de vide (2) pour être soumis aux gaz de la chambre de procédés (1) ou ligne de vide (2), et prenant un second état orienté vers l'extérieur de la chambre de procédés (1) ou ligne de vide (2) face à la source de plasma de test (3) pour être soumis au plasma de test (5).

3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisée en ce que la source de plasma de test (3) comprend un tube de quartz étanche, dont une extrémité (3a) communique avec la chambre de procédés (1) ou la ligne de vide (2) à tester, et dont la paroi est traversée par le rayonnement lumineux (15) se propageant depuis le plasma de test (5) jusqu'aux moyens de mesure d'émission spectrale (7).

4 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de plasma de test (3) est déplaçable dans la chambre de procédés (1) ou la ligne de vide (2) entre un premier état à l'écart de l'échantillon de surface (6) à analyser pour laisser agir sur l'échantillon de surface (6) à analyser les gaz de la chambre de procédés (1) ou ligne de vide (2), et un second état au regard de l'échantillon de surface (6) à analyser pour faire agir sur l'échantillon de surface (6) à analyser le plasma de test (5), la source de plasma de test (3) étant reliée aux moyens de mesure

d'émission spectrale (7) par une fibre optique flexible (19) autorisant les déplacements de la source de plasma de test (3).

5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de commande (9) pour recevoir, en provenance des moyens d'analyse (8), les informations relatives à la nature des atomes présents dans le plasma de test (5), pour commander la poursuite de l'étape de nettoyage tant que les atomes présents comprennent des atomes de dépôts, et pour interrompre l'étape de nettoyage dès que les atomes  
10 présents ne comprennent plus d'atomes de dépôt.

6 - Procédé de nettoyage de chambres de procédés (1) ou lignes de vide (2), comprenant une étape de nettoyage dans laquelle on fait agir un ou plusieurs gaz de nettoyage assurant la décomposition des dépôts sur les parois intérieures des chambres de  
15 procédés (1) ou lignes de vide (2), caractérisé en ce qu'on prévoit une ou plusieurs étapes intermédiaires de contrôle dans lesquelles, au moyen d'un dispositif de contrôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, on recherche la présence d'atomes de dépôt sur au moins un échantillon de surface (6) intérieure de la chambre  
20 de procédés (1) ou ligne de vide (2) à nettoyer.

7 - Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les étapes intermédiaires de contrôle sont réalisées à des instants prédéterminés.

8 - Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce  
25 que les instants sont choisis au voisinage de l'instant prévisible de fin de nettoyage.

1/3

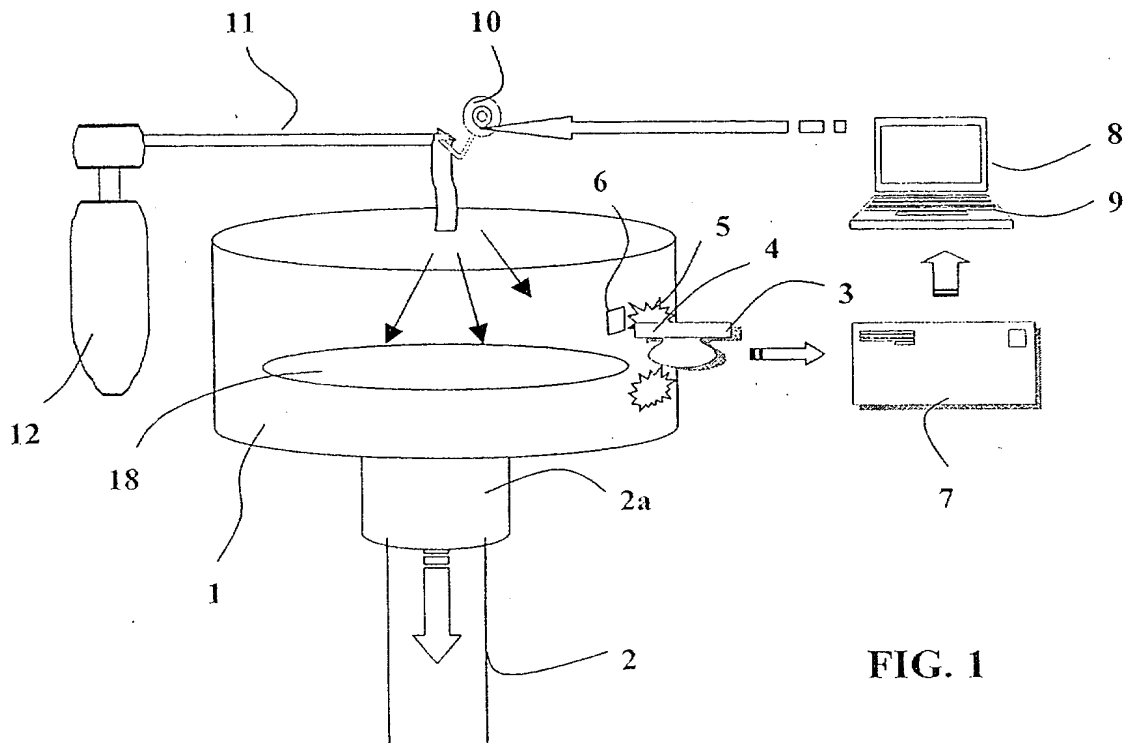


FIG. 1

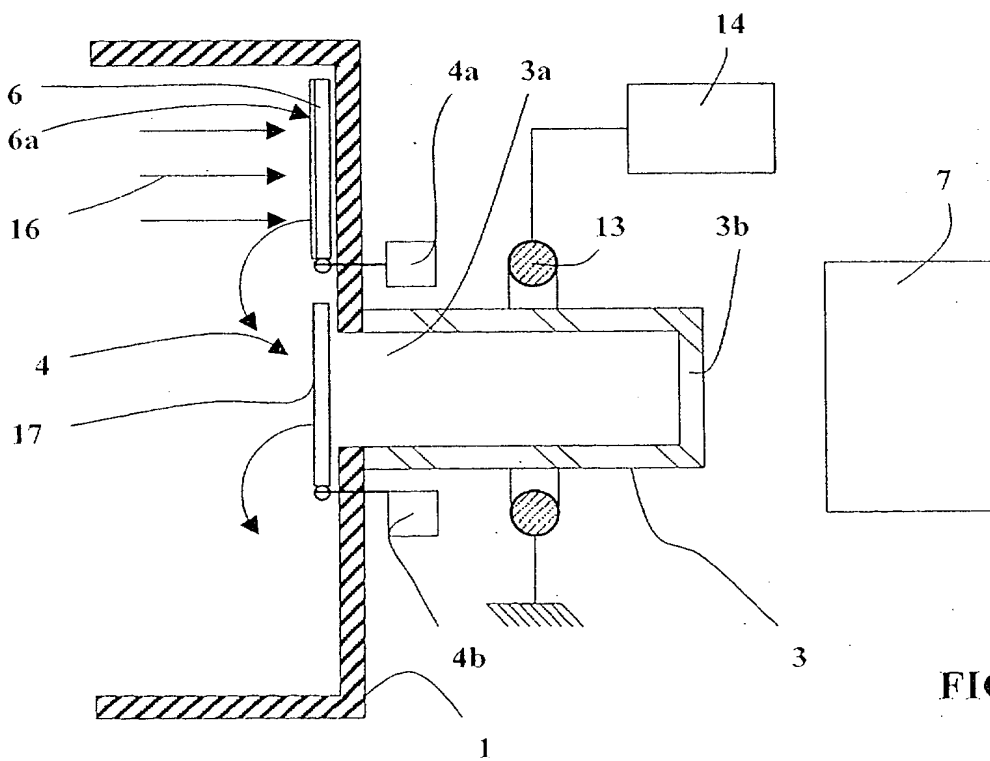
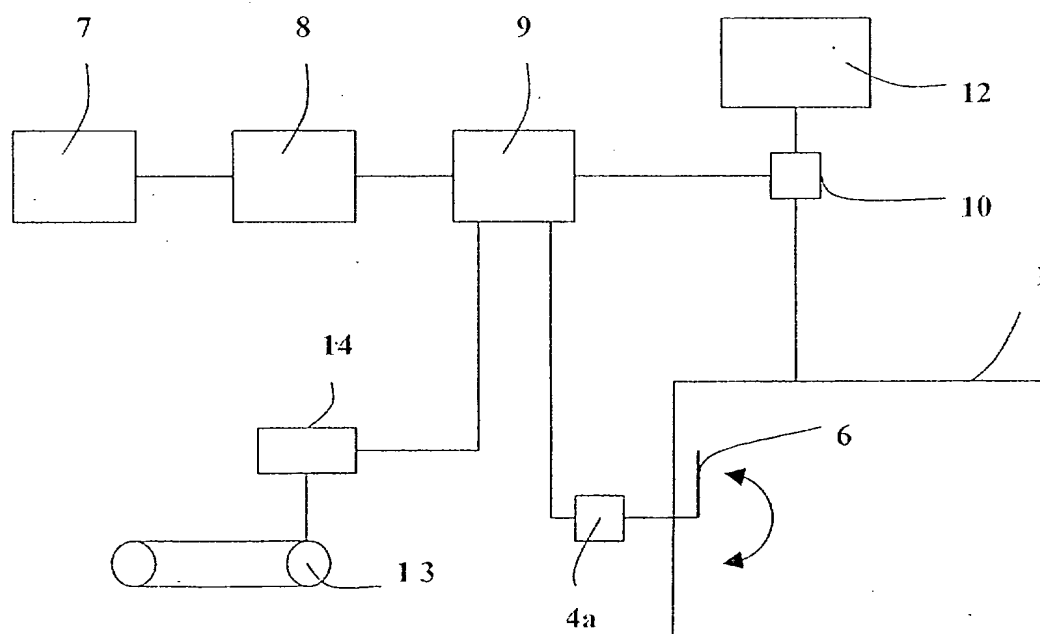
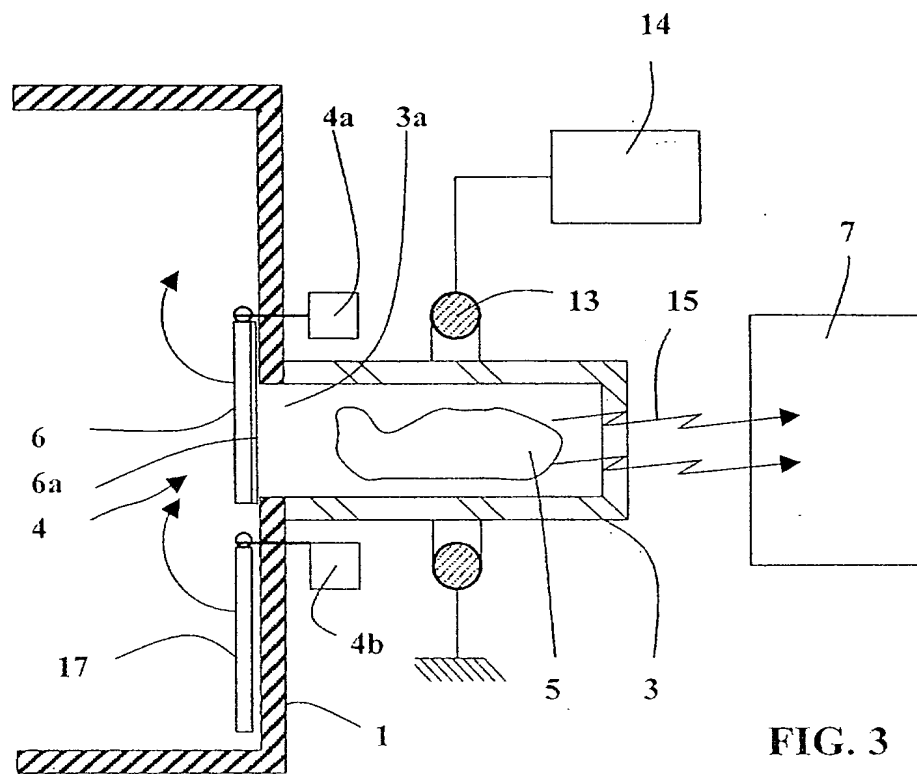


FIG. 2

2/3



3/3

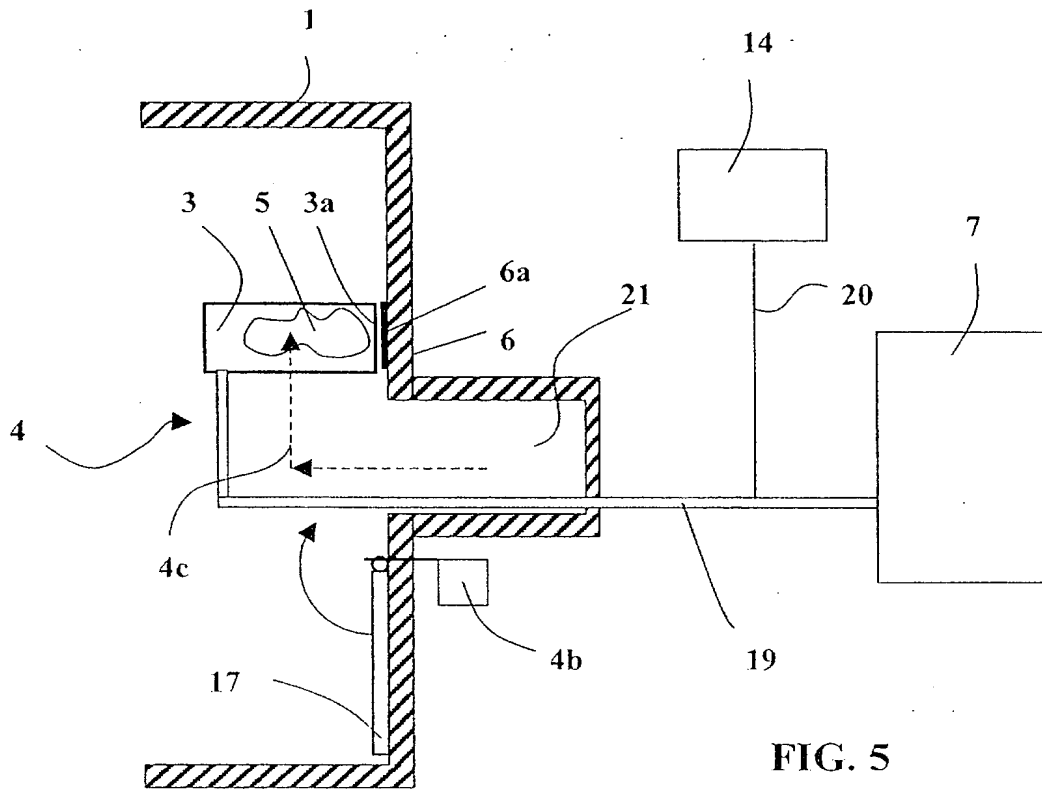


FIG. 5

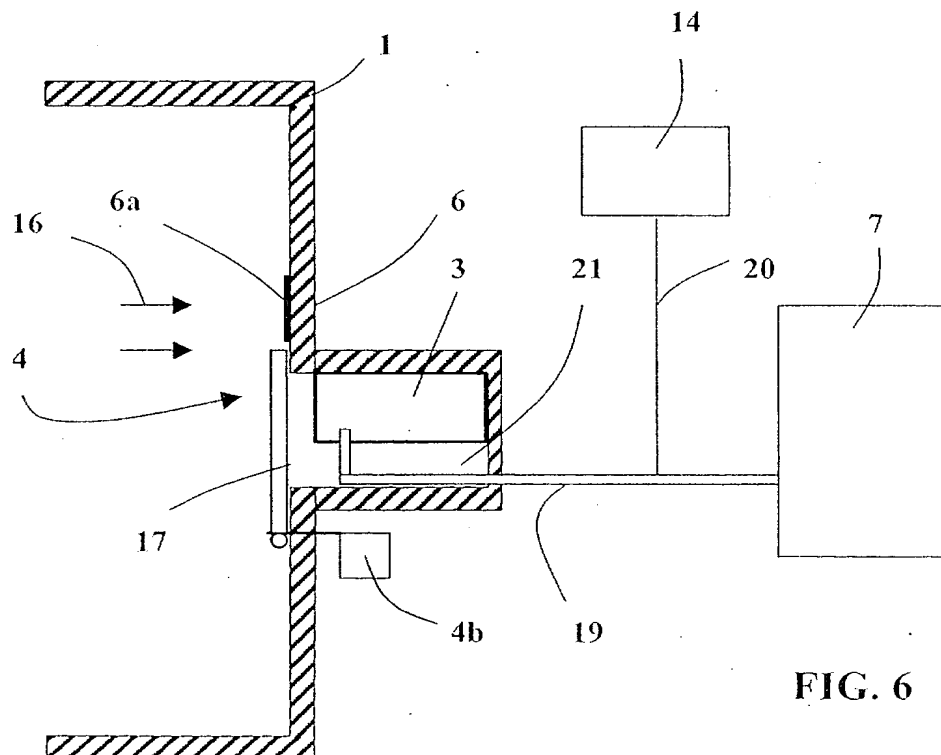


FIG. 6



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

IN 1134 726209

Vos références pour ce dossier (facultatif)		104505/LA/CVAC/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		13	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF ET PROCEDE DE NETTOYAGE DES CHAMBRES DE PROCEDES ET LIGNES DE VIDE			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme <b>ALCATEL</b>			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		KAMBARA	
Prénoms		Hisanori	
Adresse	Rue	4, PLACE ST-FRANÇOIS DE SALES	
	Code postal et ville	74000	ANNECY, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) <del>XX</del> <del>DES INVENTEURS</del> <del>XX</del> DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		20 novembre 2002 Bernard LAMOUREUX 	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**